

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-125533
(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl. H01F 17/00
H01F 41/04

(21)Application number : 08-274394

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 17.10.1996

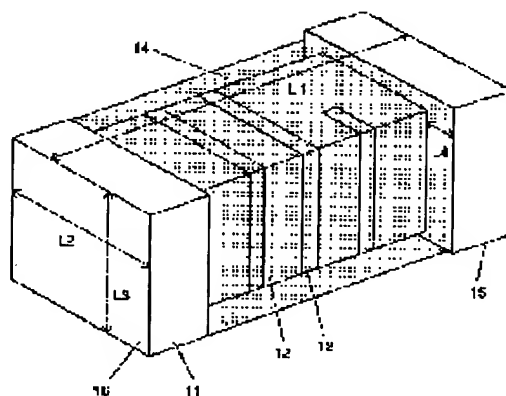
(72)Inventor : SAKIDA HIROMI
TAKEDA KAZUHIRO
ISOZAKI KENZOU
TATE SUMIO

(54) MANUFACTURE OF INDUCTANCE ELEMENT AND WIRELESS TERMINAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration of a Q-value and to improve productivity by removing an oxide generated after performing groove working.

SOLUTION: A conductive film 12 is provided on a base 11 constituted by performing press working and extrusion on an insulating material. A conductive film 12 is formed by a vapor deposition method or the like such as a plating method and a sputtering method. The base 11 and the conductive film 12 are provided with a groove 13. The groove 13 is formed by irradiating a conductive film 12 with laser beam or the like. Later, an oxide generated at the time of forming the groove 13 is removed. Now, the oxide is removed by physical etching. A protective material 14 is applied to the part where the groove 13 of the base 11 and the conductive film 12 is provided. Thereby, a Q-value can be improved and fins can be prevented from fall off from an element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.03.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.08.1999
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3088668
[Date of registration] 14.07.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-14308
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 02.09.1999
[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.⁶H 0 1 F 17/00
41/04

識別記号

F I

H 0 1 F 17/00
41/04Z
B

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-274394

(22) 出願日 平成8年(1996)10月17日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 崎田 広実

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 竹田 和弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 磯▲ざき▼ 賢蔵

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

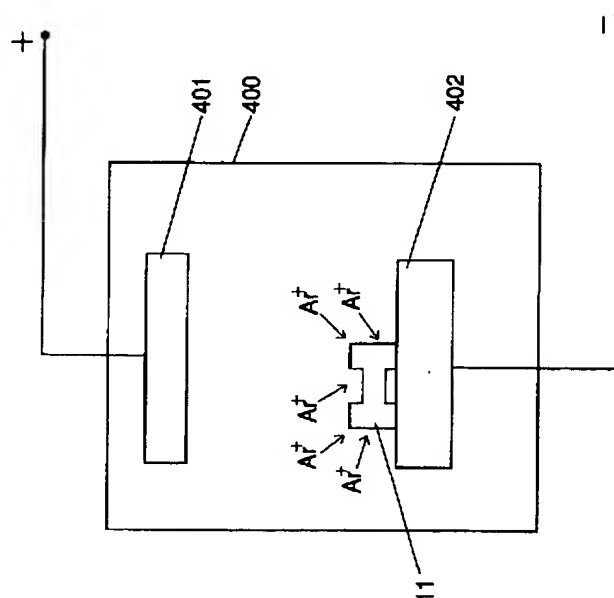
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インダクタンス素子の製造方法及び無線端末装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、Q値の劣化を防止でき生産性を向上させることができるインダクタンス素子の製造方法及び無線端末装置を提供することを目的としている。

【解決手段】 基台11の上に導電膜12を形成し、導電膜12に溝13を形成し、溝13の上に保護材14を形成したインダクタンス素子の製造方法であって、溝13を形成する際に生じた酸化物を取り除く。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基台上に導電膜を形成し、前記導電膜に溝を形成し、その後に前記溝を形成する際に生じた酸化物を取り除く事を特徴とするインダクタンス素子の製造方法。

【請求項2】酸化物を物理的エッチングで取り除いた事を特徴とする請求項1記載のインダクタンス素子の製造方法。

【請求項3】酸化物を取り除いた後に溝を覆うように保護材を設けた事を特徴とする請求項1, 2いずれか1記載のインダクタンス素子の製造方法。

【請求項4】溝を導電体にレーザを照射することによって形成した事を特徴とする請求項1, 2, 3いずれか1記載のインダクタンス素子の製造方法。

【請求項5】四角柱状で中央部に窪み部を設けた基台上に導電膜を形成し、前記窪み部にレーザを照射してスパイラル状の溝を前記導電膜に形成し、前記レーザ加工によって生じた酸化物を取り除き、前記溝を覆うように前記窪み部に保護材を形成することを特徴とするインダクタンス素子の製造方法。

【請求項6】音声を音声信号に変換する音声信号変換手段と、電話番号等を入力する操作手段と、着信表示や電話番号等を表示する表示手段と、音声信号を復調して送信信号に変換する送信手段と、受信信号を音声信号に変換する受信手段と、前記送信信号及び前記受信信号を送受信するアンテナと、各部を制御する制御手段を備えた無線端末装置であって、受信手段及び送信手段を構成するフィルタ回路やマッチング回路を構成するインダクタンス素子として、請求項1～5いずれか1記載の製造方法で製造されたインダクタンス素子を用いたことを特徴とする無線端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信などの電子機器に用いられ、特に高周波回路等に好適に用いられるインダクタンス素子の製造方法及び無線端末装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図17は従来のインダクタンス素子を示す側面図である。図16において、1は四角柱状の基台、2は基台1の上に形成された導電膜、3は導電膜2に設けられた溝、4は導電膜2の上に積層された保護材である。

【0003】この様な電子部品は、溝3の間隔などを調整することによって、所定の特性に調整する。

【0004】先行例としては、特開平7-307201号公報、特開平7-297033号公報、特開平5-129133号公報、特開平1-238003号公報、実開昭57-117636号公報、特開平5-299250号公報、特開平7-297033号公報等がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら前記従来の構成では、Q値が非常に悪いものが作製されることが頻繁に発生し、不良率が高く、生産性が非常に悪いことがあった。

【0006】本発明は前記従来の課題を解決するもので、Q値劣化を防止でき、生産性が向上するインダクタンス素子の製造方法及び無線端末装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、Q値劣化が、溝加工等の際に生じる導電膜表面の酸化物等が原因であることに着目し、溝加工を行った後に発生する酸化物を除去する工程を有する。

【0008】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、基台上に導電膜を形成し、前記導電膜に溝を形成し、その後に前記溝を形成する際に生じた酸化物を取り除く事によって、Q値を向上させることができ、不良率が低減し生産性が向上する。また、酸化物を取り除く際に、溝の縁に形成されるバリ等も小さくすることができるので、時間的経過にともなって、バリが素子から離脱することを防止でき、特性変化等を起こすことはない。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1において、酸化物を物理的エッチングで取り除く事によって、素子を濡らしたりすることないので、その後で素子乾燥等の工程を省くことができ、生産性を向上させることができる。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1, 2において、酸化物を取り除いた後に溝を覆うように保護材を設けた事によって、酸化物を取り除いた後の比較的酸化しやすい部分を保護できるので、耐候性を向上させることができる。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項1, 2, 3において、溝を導電体にレーザ照射することによって形成したことにより、容易に溝の間隔等の変更等ができるので、しかも溝の深さなども出力を変化させることで調整できるので、非常に生産性が向上する。

【0012】請求項5に記載の発明は、四角柱状で中央部に窪み部を設けた基台上に導電膜を形成し、前記窪み部にレーザを照射してスパイラル状の溝を前記導電膜に形成し、前記レーザ加工によって生じた酸化物を取り除き、前記溝を覆うように前記窪み部に保護材を形成することによって、Q値を向上させることができ、不良率が低減し生産性が向上する。また、酸化物を取り除く際に、溝の縁に形成されるバリ等も小さくすることができるので、時間的経過にともなって、バリが素子から離脱することを防止でき、特性変化等を起こすことはない。また両端部の断面形状を正四角形状としているので、回路基板等への装着性が良く、磁束がプリント基板と平行

で方向性が存在しないので、回路基板等を実装しやすく、しかも保護材を設けているので、耐候性を向上させることができる。

【0013】請求項6に記載の発明は、音声を音声信号に変換する音声信号変換手段と、電話番号等を入力する操作手段と、着信表示や電話番号等を表示する表示手段と、音声信号を復調して送信信号に変換する送信手段と、受信信号を音声信号に変換する受信手段と、前記送信信号及び前記受信信号を送受信するアンテナと、各部を制御する制御手段を備えた無線端末装置であって、受信手段及び送信手段を構成するフィルタ回路やマッチング回路を構成するインダクタンス素子として、請求項1～4いずれか1記載の製造方法で製造されたインダクタンス素子を用いたことによって、高いQ値のインダクタンス素子を搭載することができるので、性能がアップし、しかもノイズなどの発生を防止でき、しかもインダクタンス素子のバリの離脱による、時間的特性の劣化等も抑えることができるので、安定した性能を長期間維持することができる。

【0014】以下、本発明におけるインダクタンス素子の製造方法及び無線端末装置の実施の形態について説明する。

【0015】図1、図2はそれぞれ本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す斜視図及び側面図である。

【0016】図1において、11は絶縁材料などをプレス加工、押し出し法等を施して構成されている基台、12は基台11の上に設けられている導電膜で、導電膜12は、メッキ法やスパッタリング法等の蒸着法等によって基台11上に形成される。13は基台11及び導電膜12に設けられた溝で、溝13は、レーザ光線等を導電膜12に照射することによって形成したり、導電膜12に砥石等を当てて機械的に形成されている。14は基台11及び導電膜12の溝13を設けた部分に塗布された保護材、15、16はそれぞれ端子電極が形成された端子部で、端子部15と端子部16の間には、溝13及び保護材14が設けられている。なお、図2は、保護材14の一部を取り除いた図である。

【0017】また、本実施の形態のインダクタンス素子は、実用周波数帯域が1～6GHzと高周波数域に対応するとともに、50nH以下の微小インダクタンスを有し、しかもインダクタンス素子の長さL1、幅L2、高さL3は以下の通りとなっていることが好ましい。

【0018】L1=0.5～1.1mm（好ましくは0.6～1.0mm）

L2=0.2～0.7mm（好ましくは0.3～0.6mm）

L3=0.2～0.7mm（好ましくは0.3～0.6mm）

L1が0.5mm以下であると、自己共振周波数f0が

下がってしまうとともにQ値が低下してしまい、良好な特性を得ることができない。また、L1が1.1mmを超えてしまうと、素子自体が大きくなってしまい、電子回路等が形成された基板など（以下回路基板等と略す）回路基板等の小型化ができず、ひいてはその回路基板等を搭載した電子機器等の小型化を行うことができない。また、L2、L3それぞれが0.2mm以下であると、素子自体の機械的強度が弱くなりすぎてしまい、実装装置などで、回路基板等を実装する場合に、素子折れ等が発生することがある。また、L2、L3が0.7mm以上となると、素子が大きくなりすぎて、回路基板等の小型化、ひいては装置の小型化を行うことができない。なお、L4（段落ちの深さ）は5μm～50μm程度が好ましく、5μm以下であれば、保護材14の厚さ等を薄くしなければならず、良好な保護特性等を得ることができない。また、L4が50μmを超えると基台の機械的強度が弱くなり、やはり素子折れ等が発生することがある。

【0019】以上の様に構成されたインダクタンス素子について、以下各部の詳細な説明をする。図3は導電膜を形成した基台の断面図、図4（a）（b）はそれぞれ基台の側面図及び底面図である。

【0020】まず、基台11の形状について説明する。基台11は、図3及び図4に示す様に、回路基板等を実装しやすいように断面が四角形状の中央部11aと中央部11aの両端に一体に設けられ、しかも断面が四角形状の端部11b、11cによって構成されている。なお、端部11b、11c及び中央部11aは断面四角形状としたが、五角形状や六角形状などの多角形状でも良い。中央部11aは端部11b、11cから段落ちした構成となっている。本実施の形態では、端部11b、11cの断面形状を略正四角状とすることによって、回路基板等へのインダクタンス素子を装着性を良好にした。また、本実施の形態では中央部11aに横向きに溝13を形成することによって、どのように回路基板等を実装しても方向性が無いために、取り扱いが容易になる。また、中央部11aには素子部（溝13や保護材14）が形成されることとなり、端部11b、11cには端子部15、16が形成される。

【0021】なお、本実施の形態では、中央部11a及び端部11b、11cをとともに略正四角形状としたが、正五角形状等の正多角形状にしてもよい。さらに、本実施の形態では、中央部11aと端部11c、11bそれぞれの断面形状を正四角形というように同一にしたが、異なっても良い。すなわち、端部11b、11cの断面形状を正多角形状とし、中央部11aの断面形状を他の多角形状としたり、円形状としても良い。中央部11aの断面形状を円形とすることによって、良好に溝13を形成することができる。

【0022】さらに、本実施の形態では、中央部11a

を端部11b, 11cより段落ちさせることによって、保護材14を塗布した際に、その保護材14と回路基板等が接触することなどを防止していたが、特に保護材14の厚みや実装される回路基板等の状況（回路基板等の実装される部分に溝が形成されていたり、回路基板等の電極部が盛り上がっている等）によって、中央部11aを段落ちさせなくてもよい。中央部11aを端部11b, 11cから段落ちさせないと、基台11の構造が簡単になり、生産性が向上し、さらに中央部11aの機械的強度も向上する。この様に段落ちさせない場合でも、断面四角形状の四角柱形状としてもよいし、さらに断面を多角形状とする角柱とすることもできる。

【0023】また、図4(a)に示す様に基台11の端部の高さZ1及びZ2は下記の条件を満たすことが好ましい。

【0024】

$|Z1 - Z2| \leq 80 \mu\text{m}$ (好ましくは $50 \mu\text{m}$)
Z1とZ2の高さの違いが $80 \mu\text{m}$ (好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下)を超えると、素子を基板に実装し、半田等で回路基板等に取り付ける場合、半田等の表面張力によって素子が一方の端部に引っ張られて、素子が立ってしまうというマンハッタン現象の発生する確率が非常に高くなる。このマンハッタン現象を図5に示す。図5に示すように、基板200の上にインダクタンス素子を配置し、端子部15, 16それぞれと基板200の間に半田201, 202が設けられているが、リフローなどによって半田201, 202を溶かすと、半田201, 202のそれぞれの塗布量の違いや、材質が異なることによる融点の違いによって、溶融した半田201, 202の表面張力が端子部15と端子部16で異なり、その結果、図5に示すように一方の端子部（図5の場合は端子部15）を中心に回転し、インダクタンス素子が立ち上がってしまう。Z1とZ2の高さの違いが $80 \mu\text{m}$ (好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下)を超えると、素子が傾いた状態で基板200に配置されることとなり、素子立ちを促進する。また、マンハッタン現象は特に小型軽量のチップ型の電子部品（チップ型インダクタンス素子を含む）において顕著に発生し、しかもこのマンハッタン現象の発生要因の一つとして、端子部15, 16の高さの違いによって素子が傾いて基板200に配置されることを着目した。この結果、Z1とZ2の高さの差を $80 \mu\text{m}$ 以下

(好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下)となるように、基台11を成形などで加工することによって、このマンハッタン現象の発生を大幅に抑えることができた。Z1とZ2の高さの差を $50 \mu\text{m}$ 以下とすることによって、ほぼ、マンハッタン現象の発生を抑えることができる。

【0025】次に基台11の面取りについて説明する。図6は本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の斜視図である。図6に示されるように、基台11の端部11b, 11cそれぞれの角部1

1e, 11dには面取りが施されており、その面取りした角部11e, 11dのそれぞれの曲率半径R1及び中央部11aの角部11fの曲率半径R2は以下の通りに形成されることが好ましい。

【0026】 $0.03 < R1 < 0.15$ (mm)

$0.01 < R2$ (mm)

R1が 0.03 mm 以下であると、角部11e, 11dが尖った形状となっているので、ちょっとした衝撃などによって角部11e, 11dに欠けなどが生じることがあり、その欠けによって、特性の劣化等が発生したりする。また、R1が 0.15 mm 以上であると、角部11e, 11dが丸くなりすぎて、前述のマンハッタン現象を起こしやすくなり、不具合が生じる。更にR2が 0.01 mm 以下であると、角部11fにバリなどが発生しやすく、中央部11a上に形成され、しかも素子の特性を大きく左右する導電膜12の厚みが角部11fと平坦な部分で大きく異なることがあり、素子特性のばらつきが大きくなる。

【0027】次に基台11の構成材料について説明する。基台11の構成材料として下記の特性を満足しておくことが好ましい。

【0028】

体積固有抵抗： 10^{13} 以上 (好ましくは 10^{14} 以上)
熱膨張係数： 5×10^{-4} 以下 (好ましくは 2×10^{-5} 以下) [20℃～500℃における熱膨張係数]
誘電率： 1 MHz において12以下 (好ましくは10以下)

曲げ強度： 1300 kg/cm^2 以上 (好ましくは 2000 kg/cm^2 以上)

密度： $2 \sim 5 \text{ g/cm}^3$ (好ましくは $3 \sim 4 \text{ g/cm}^3$)

基台11の構成材料が体積固有抵抗が 10^{13} 以下であると、導電膜12とともに基台11にも所定に電流が流れ始めるので、並列回路が形成された状態となり、自己共振周波数f0及びQ値が低くなってしまい、高周波用の素子としては不向きである。

【0029】また熱膨張係数が 5×10^{-4} 以上であると、基台11にヒートショック等でクラックなどが入ることがある。すなわち熱膨張係数が 5×10^{-4} 以上であると、上述の様に溝13を形成する際にレーザ光線や砥石等を用いるので、基台11が局部的に高温になり、基台11にクラックなどが生じることあるが、上述の様な熱膨張係数を有することによって、大幅にクラック等の発生を抑止できる。

【0030】また、誘電率が 1 MHz において12以上であると、自己共振周波数f0及びQ値が低くなってしまい、高周波用の素子としては不向きである。

【0031】曲げ強度が 1300 kg/cm^2 以下であると、実装装置で回路基板等に実装する際に素子折れ等が発生することがある。

【0032】密度が 2 g/cm^3 以下であると、基台1

1の吸水率が高くなり、基台11の特性が著しく劣化し、素子としての特性が悪くなる。また密度が 5 g/cm^3 以上になると、基台の重量が重くなり、実装性などに問題が発生する。特に密度を上記範囲内に設定すると、吸水率も小さく基台11への水の進入もほとんどなく、しかも重量も軽くなり、チップマウンタなどで基板に実装する際にも問題は発生しない。

【0033】この様に基台11の体積固有抵抗、熱膨張係数、誘電率、曲げ強度、密度を規定することによって、自己共振周波数 f_0 及びQ値が低下しないので、高周波用の素子として用いることができ、ヒートショック等で基台11にクラック等が発生することを抑制できるので、不良率を低減することができ、更には、機械的強度を向上させることができるので、実装装置などを用いて回路基板等に実装できるので、生産性が向上する等の優れた効果を得ることができる。

【0034】上記の諸特性を得る材料としては、アルミナを主成分とするセラミック材料が挙げられる。しかしながら、単にアルミナを主成分とするセラミック材料を用いても上記諸特性を得ることはできない。すなわち、上記諸特性は、基台11を作製する際のプレス圧力や焼成温度及び添加物によって異なるので、作製条件などを適宜調整しなければならない。具体的な作製条件として、基台11の加工時のプレス圧力を $2\sim 5\text{ t}$ 、焼成温度を $1500\sim 1600^\circ\text{C}$ 、焼成時間 $1\sim 3$ 時間等の条件が挙げられる。また、アルミナ材料の具体的な材料としては、 Al_2O_3 が92重量%以上、 SiO_2 が6重量%以下、 MgO が1.5重量%以下、 Fe_2O_3 が0.1%以下、 Na_2O が0.3重量%以下等が挙げられる。

【0035】次に基台11の表面粗さについて説明する。なお、以下の説明で出てくる表面粗さとは、全て中心線平均粗さを意味するものであり、導電膜12の説明等に出てくる粗さも中心線平均粗さである。

【0036】基台11の表面粗さは $0.15\sim 0.5\mu\text{m}$ 程度、好ましくは $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ 程度がよい。図7は基台11の表面粗さと剥がれ発生率を示したグラフである。図7は下記に示すような実験の結果である。基台11及び導電膜12はそれぞれアルミナ、銅で構成し、基台11の表面粗さをいろいろ変えたサンプルを作製し、その各サンプルの上に同じ条件で導電膜12を形成した。それぞれのサンプルに超音波洗浄を行い、その後導電膜12の表面を観察して、導電膜12の剥がれの有無を測定した。基台11の表面粗さは、表面粗さ測定器（東京精密サーフコム社製 574A）を用いて、先端Rが $5\mu\text{m}$ のものを用いた。この結果から判るように平均表面粗さが $0.15\mu\text{m}$ 以下であると、基台11の上に形成された導電膜12の剥がれの発生率が5%程度であり、良好な基台11と導電膜12の接合強度を得ることができる。更に、表面粗さが $0.2\mu\text{m}$ 以上であれば導電膜12の剥がれがほとんど発生していないの

で、できれば、基台11の表面粗さは $0.2\mu\text{m}$ 以上が好ましい。導電膜12の剥がれは、素子の特性劣化の大きな要因となるので、歩留まり等の面から発生率は5%以下が好ましい。

【0037】図8は基台の表面粗さに対する周波数とQ値の関係を示すグラフである。図8は以下のような実験の結果である。まず、表面粗さが $0.1\mu\text{m}$ 以下の基台11と、表面粗さが $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ の基台11と、表面粗さが $0.5\mu\text{m}$ 以上の基台11のそれぞれのサンプルを作製し、それぞれのサンプルに同じ材料（銅）で同じ厚さの導電膜を形成した。そして、各サンプルにおいて、所定の周波数FにおけるQ値を測定した。図8から判るように基台11の表面粗さが $0.5\mu\text{m}$ 以上であると、導電膜12の膜構造が悪くなることが原因と考えられるQ値の低下が見られる。特に高周波領域で顕著にQ値の劣化が見られる。また、自己共振周波数 f_0 （各線の極大値）も基台11の表面粗さが $0.5\mu\text{m}$ のものは、低周波側にシフトしている。従ってQ値の面及び自己共振周波数 f_0 の面から見れば基台11の表面粗さは $0.5\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0038】以上の様に、導電膜12と基台11との密着強度、導電膜のQ値及び自己共振周波数 f_0 の双方の結果から判断すると、基台11の表面粗さは、 $0.15\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ が好ましく、さらに好ましくは $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ が良い。

【0039】また、表面粗さは、端部11b、11cと中央部11aでは、平均表面粗さを異ならせた方が好ましい。すなわち、平均表面粗さ $0.15\sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲内で端部11b、11cの平均表面粗さを中央部11aの平均表面粗さよりも小さくすることが好ましい。端部11b、11cは導電膜12を積層することによって上述の様に端子部15、16が構成されるので、端部11b、11cの表面粗さを中央部11aより小さくすることによって、端部11b、11c上に形成される導電膜12の表面粗さを小さくできるので、回路基板等の電極との密着性を向上させることができ、確実な回路基板等とインダクタンス素子の接合をおこなうことができる。また、中央部11aには導電膜12を積層し溝13を形成するので、溝13をレーザ等で形成する際に導電膜12が基台11からはがれ落ちないように導電膜12と基台11の密着強度を向上させなければならないので、端部11b、11cよりも中央部11aの表面粗さを大きくした方が好ましい。特にレーザで溝13を形成する場合、レーザが照射された部分は他の部分よりも急激に温度が上昇し、ヒートショック等で導電膜12が剥がれることがある。従って、レーザで溝13を形成する場合には導電膜12と基台11の接合密度を他の部分よりも向上させることが必要である。

【0040】この様に中央部11aと端部11b、11cとの表面粗さを異ならせることによって、回路基板等

との密着性及び溝13の加工の際の導電膜12のはがれを防止することができる。

【0041】なお、本実施の形態では、導電膜12と基台11の接合強度を基台11の表面粗さを調整することによって、向上させたが、例えば、基台11と導電膜12の間にCr単体またはCrと他の金属の合金の少なくとも一方で構成された中間層を設けることによって、表面粗さを調整せずとも導電膜12と基台11の密着強度を向上させることができる。もちろん基台11の表面粗さを調整し、その上その基台11の上に中間層及び導電膜12を積層する場合では、より強力な導電膜12と基台11の密着強度を得ることができる。

【0042】次に導電膜12について説明する。導電膜12としては、50nH以下の微小インダクタンスを有し、しかも800MHz以上の高周波信号に対してQ値が30以上のものが好ましい。この様な特性の導電膜12を得るためには、材料及び製法等を選択しなければならない。

【0043】以下具体的に導電膜12について説明する。導電膜12の構成材料としては、銅、銀、金、ニッケルなどの導電材料が挙げられる。この銅、銀、金、ニッケル等の材料には、耐候性等を向上させるために所定の元素を添加してもよい。また、導電材料と非金属材料等の合金を用いてもよい。構成材料としてコスト面や耐食性の面及び作り易さの面から銅及びその合金がよく用いられる。導電膜12の材料として、銅等を用いる場合には、まず、基台11上に無電解メッキによって下地膜を形成し、その下地膜の上に電解メッキにて所定の銅膜を形成して導電膜12が形成される。更に、合金等で導電膜12を形成する場合には、スパッタリング法や蒸着法で構成することが好ましい。また、構成材料に銅及びその合金を用いた場合導電膜12の形成厚みは15 μ m以上が好ましい。厚みが15 μ mより薄いと、導電膜12のQ値が小さくなり所定の特性を得ることができにくい。図9は、導電膜12の膜厚とQ値の関係を示すグラフである。導電膜12の構成材料としては銅を用い、基台11の材料及び表面粗さ等は、同じ条件にし、その基台11の上に形成する導電膜12の厚さを変化させ、それぞれの場合におけるQ値を測定した。図9から判るように導電膜12の厚さが15 μ m以上であると、Q値は30を超えている。また、導電膜12の膜厚は15 μ m以上の領域では、Q値はあまり向上せず、又、コスト面や不良率の低減のために導電膜12の膜厚は35 μ m以下とすることが好ましい。なお、導電膜12の膜厚は21 μ m以上が更に好ましい。

【0044】導電膜12は単層で構成してもよいが、多層構造としてもよい。すなわち、構成材料の異なる導電膜を複数積層して構成しても良い。例えば、基台11の上に先ず銅膜を形成し、その上に耐候性の良い金属膜(ニッケル等)を積層する事によって、やや耐候性に問

題がある銅の腐食を防止することができる。

【0045】導電膜12の形成方法としては、メッキ法(電解メッキ法や無電解メッキ法など)、スパッタリング法、蒸着法等が挙げられる。この形成方法の中でも、量産性がよく、しかも膜厚のばらつきが小さなメッキ法がよく用いられる。

【0046】導電膜12の表面粗さは1 μ m以下が好ましく、更に好ましくは0.2 μ m以下が好ましい。導電膜12の表面粗さが1 μ mを超えると、表皮効果によって高周波でのQ値が低下する。図10は導電膜12の周波数とQ値の関係を示すグラフである。図10は下記の様な実験を通して導き出された。まず、同じ大きさ同じ材料同じ表面粗さで構成された基台11の上に銅を構成材料とする導電膜12の表面粗さを変えて形成し、それぞれのサンプルにて各周波数におけるQ値を測定した。図10から判るように、導電膜12の表面粗さが1 μ m以上であれば高周波領域におけるQ値が低くなっていることが判る。更に導電膜12の表面粗さが0.2 μ m以下であれば特に高周波領域におけるQ値が、非常に高くなっていることがわかる。

【0047】以上の様に導電膜12の表面粗さは、1.0 μ m以下が良く、更に好ましくは、0.2 μ m以下とすることによって、導電膜12の表皮効果を低減させることができ、特に高周波におけるQ値を向上させる事ができる。

【0048】更に導電膜12と基台11の密着強度は、導電膜12を形成した基台11を400℃の温度下に数秒間放置した後に基台11から導電膜12がはがれない程度以上であることが好ましい。素子を基板等に実装した際に、素子には自己発熱や他の部材からの熱が加わることによって、素子に200℃以上の温度が加わることがある。従って、400℃で基台11からの導電膜12のはがれが発生しない程度の密着強度であれば、たとえ素子に熱が加わっても、素子の特性劣化等は発生しない。

【0049】次に保護材14について説明する。保護材14としては、耐候性に優れ、絶縁性を示す有機材料、例えばエポキシ樹脂などの絶縁性を示す材料が用いられる。また、保護材14としては、溝13の状況等が観測できるような透明度を有する事が好ましい。保護材14に透明度のある材質を用いると、保護材14を形成した後でも、溝13の形状や、溝13の巻数及び溝13周辺の導電膜12の剥がれ等を観測することができ、不良品の発見に大きく寄与する。特に、溝13周辺の導電膜12の剥がれは、時間の経過とともに特性劣化を引き起こす原因となることがあり、この導電膜の剥がれを出荷前に判ることは非常に有用である。更に保護材14には透明度を有したまま、所定の色を有することが好ましい。保護材14に赤、青、緑などの、導電膜12や端子部15、16等と異なる色を着色する事によって、素子各部

の区別（端子部と溝が形成してある部分）をする事ができ、素子各部の検査などが容易に行える。特に端子部15、16に不具合な部分（電極膜などの剥がれ）が発生していると、リフローなどの処理の際に、うまく基板に素子が付かないことが生じたりすることがある。また、素子の大きさ、溝13の幅、導電膜12の種類及び厚さ、基台11の材質の内少なくとも一つで保護材14の色を変えることによって、特性や品番等の異なる素子を誤った部分に取り付けるなどのミスを低減させることができる。また、完成品の選別を容易に行うことができるので、生産性が向上する。また、保護材14の色を電子機器の種類等によって、異ならせることによって、同一の電子機器において、保護材14が同じ色のインダクタンス素子を用いるようにすることによって、誤った部品が基板に実装されることなどを防止することができる。

【0050】従って、保護材14は、端子部15、16が露出するように設け、特性などに応じて色を付けて、しかも透明度を持たせることによって、インダクタンス素子の種類の判定が容易に行え、しかも端子部15、16を容易に検査することができ（溝13が形成されている部分を保護材で覆っているから）しかも溝13の状態なども容易に観測することができるので、工程管理が非常に簡単になり、生産性が向上する。一方従来の抵抗器のように、素子全体を覆う様に不透明な樹脂等を設ける構成では、不透明な樹脂を塗布した後、端子部は露出しておらず、端子部の観測はできないので、不良品の発見はできず、しかもレーザや砥石等で形成された溝13の周辺部の導電膜の剥がれ等も発見できないので、不良品の発見は非常に困難である。

【0051】また、保護材14は、図11に示すように溝13の角部13aと保護材14の表面までの長さZ1が5 μ m以上となるように塗布することが好ましい。Z1が5 μ mより小さいと特性劣化や放電などが発生し易くなり素子の特性が大幅に劣化することが考えられる。また、溝13の角部13aは特に放電などが発生しやすい部分であり、この角部13a上に厚さ5 μ m以上の保護材14が形成されることが非常に好ましい。また、保護材14を形成した後に再びメッキを施して電極膜等を形成することがあるが、角部13a上に5 μ m以上の保護材14が形成されていないと、電極膜等が付着すると不具合が生じる保護材14上に電極膜等が形成されることになり、特性の劣化が生じる。

【0052】次に端子部15、16について説明する。端子部15、16は、導電膜12のみでも十分に機能するが、様々な環境条件等に順応させるために、多層構造とすることが好ましい。

【0053】図12は端子部15の断面図である。図12において、基台11の端部11bの上に導電膜12が形成されており、しかも導電膜12の上には耐候性を有するニッケル、チタン等の材料で構成される保護層30

0が形成されており、更に保護層300の上には半田等で構成された接合層301が形成されている。保護層300は接合層と導電膜12の接合強度を向上させるとともに、導電膜の耐候性を向上させることができる。本実施の形態では、保護層300の構成材料として、ニッケルかニッケル合金の少なくとも一方とし、接合層301の構成材料としては半田を用いた。保護層300（ニッケル）の厚みは2～7 μ mが好ましく、2 μ mを下回ると耐候性が悪くなり、7 μ mを上回ると保護層300

（ニッケル）自体の電気抵抗が高くなり、素子特性が大きく劣化する。また、接合層301（半田）の厚みは5 μ m～10 μ m程度が好ましく、5 μ mを下回ると半田食われ現象が発生して素子と回路基板等との良好な接合が期待できず、10 μ mを上回るとマンハッタン現象が発生し易くなり、実装性が非常に悪くなる。

【0054】以上の様に構成されたインダクタンス素子は、特性劣化が無く、しかも、実装性及び生産性が非常によい。

【0055】以上の様に構成されたインダクタンス素子について、以下その製造方法について説明する。

【0056】まず、アルミナ等の絶縁材料をプレス成形や押し出し法によって、基台11を作製する。次にその基台11全体にメッキ法やスパッタリング法などによって導電膜12を形成する。次に導電膜12を形成した基台11にスパイラル状の溝13を形成する。溝13はレーザ加工や切削加工によって作製される。レーザ加工は、非常に生産性が良いので、以下レーザ加工について説明する。まず、基台11を回転装置に取り付け、基台11を回転させ、そして基台11の中央部11aにレーザを照射して導電膜12及び基台11の双方を取り除き、スパイラル状の溝を形成する。このときのレーザは、エキシマレーザ、炭酸ガスレーザなどを用いることができ、レーザ光をレンズなどで絞り込むことによって、基台11の中央部11aに照射する。更に、溝13の深さ等は、レーザのパワーを調整し、溝13の幅等は、レーザ光を絞り込む際のレンズを交換することによって行える。また、導電膜12の構成材料等によって、レーザの吸収率が異なるので、レーザの種類（レーザの波長）は、導電膜12の構成材料によって、適宜選択することが好ましい。

【0057】レーザ等で溝13を形成すると、溝13と接する導電膜12の部分に酸化物が形成されることがある。この酸化物の存在によって、導電膜12のQ値が著しく劣化することがあるので、本実施の形態では、この酸化物を物理的エッチング法等で除去した。図13に示すように、レーザで溝を形成した基台11をチュエンバー400内に配置する。この時、チュエンバー400内には、低気圧のArガスが封入され、更にチュエンバー400内には、一対の対向電極401、402がそれぞれ配置されている。ここで、対向電極401、402に

それぞれ直流の高電圧を掛けると、Arガスが電離して、プラスイオンになり、対向電極402に衝突し始める。このAr粒子によって基台11表面はエッチングされ、溝13に接する導電膜表面に形成された酸化物を除去する。このとき、溝13の縁に形成されたバリなども除去できる。この様に、溝加工の後に酸化物を取り除く処理を行うことで、導電膜12のQ値の劣化を防止でき、引いては素子の特性劣化を防止できる。図14は周波数fとQ値の関係を示すグラフである。図14に示すように、レーザ加工で溝13を形成した後に、溝加工で生じた酸化物を取り除く処理を施したものは、全周波数領域において良好なQ値を示しているが、酸化物を取り除く処理を行っていないものは、全般的に低いQ値となっている。特に処理を施していないものは、高周波領域において、著しいQ値の劣化を起こしており、高周波部品としては、不向きである。なお、本実施の形態では、物理的エッチングで酸化物を取り除いたが、エッチング液で酸化物を取り除くことによって、一度に大量の処理ができるので、生産性が向上する。また、研磨などの機械的加工によって酸化物を取り除くことによって、低コストで加工できる。

【0058】溝13を形成した後に、溝13を形成した部分（中央部11a）に保護材14を塗布し、乾燥させる。この時、保護材14には素子のインダクタンス値、素子の対応周波数、素子の大きさ、溝の幅、導電膜の種類及び厚さ、基台の材質の内少なくとも一つの違いによって、その色を異ならせることによって、上述で説明したように、素子選別などの管理が非常にし易くなり、生産性が向上する。

【0059】この時点でも、製品は完成するが、特に端子部15、16にニッケル層や半田層を積層して、耐候性や接合性を向上させることもある。ニッケル層や半田層は、メッキ法等によって保護材14を形成した半完成品に形成する。

【0060】なお、本実施の形態は、インダクタンス素子について説明したが、絶縁材料によって構成された基台の上に導電膜を形成する電子部品でも同様な効果を得ることができる。

【0061】図15及び図16はそれぞれ本発明の一実施の形態における無線端末装置を示す斜視図及びブロック図である。図15及び図16において、29は音声信号に変換するマイク、30は音声信号を音声に変換するスピーカ、31はダイヤルボタン等から構成される操作部、32は着信等を表示する表示部、33はアンテナ、34はマイク29からの音声信号を復調して送信信号に変換する送信部で、送信部34で作製された送信信号は、アンテナを通して外部に放出される。35はアンテナで受信した受信信号を音声信号に変換する受信部で、受信部35で作成された音声信号はスピーカ30にて音声に変換される。36は送信部34、受信部3

5、操作部31、表示部32を制御する制御部である。

【0062】以下その動作の一例について説明する。先ず、着信があった場合には、受信部35から制御部36に着信信号を送出し、制御部36は、その着信信号に基づいて、表示部32に所定のキャラクタ等を表示させ、更に操作部31から着信を受ける旨のボタン等が押されると、信号が制御部36に送出されて、制御部36は、着信モードに各部を設定する。即ちアンテナ33で受信した信号は、受信部35で音声信号に変換され、音声信号はスピーカ30から音声として出力されると共に、マイク29から入力された音声は、音声信号に変換され、送信部34を介し、アンテナ33を通して外部に送出される。

【0063】次に、発信する場合について説明する。まず、発信する場合には、操作部31から発信する旨の信号が、制御部36に入力される。続いて電話番号に相当する信号が操作部31から制御部36に送られてくると、制御部36は送信部34を介して、電話番号に対応する信号をアンテナ33から送出する。その送出信号によって、相手方との通信が確立されたら、その旨の信号がアンテナ33を介し受信部35を通して制御部36に送られると、制御部36は発信モードに各部を設定する。即ちアンテナ33で受信した信号は、受信部35で音声信号に変換され、音声信号はスピーカ30から音声として出力されると共に、マイク29から入力された音声は、音声信号に変換され、送信部34を介し、アンテナ33を通して外部に送出される。

【0064】上記で説明したインダクタンス素子（図1～図6に示すもの）は、送信部34や受信部35の中のフィルタ回路やマッチング回路などに用いられており、その数は、一つの無線端末装置に数個～40個程度用いられている。また、上述の様にQ値の著しい劣化のないインダクタンス素子を搭載することによって、ノイズなどが発生せず、性能を向上させることができる。

【0065】

【発明の効果】本発明は、基台上に導電膜を形成し、前記導電膜に溝を形成し、その後に前記溝を形成する際に生じた酸化物を取り除く事によって、Q値を向上させることができ、不良率が低減し生産性が向上する。また、酸化物を取り除く際に、溝の縁に形成されるバリ等も小さくすることができるので、時間的経過にともなって、バリが素子から離脱することを防止でき、特性変化等を起こすことはない。

【0066】また、上記インダクタンス素子を搭載した無線端末装置は、述の様にQ値の著しい劣化のないインダクタンス素子を搭載することによって、ノイズなどが発生せず、性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す斜視図

【図2】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す側面図

【図3】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる導電膜を形成した基台の断面図

【図4】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台を示す図

【図5】マンハッタン現象を示す側面図

【図6】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の斜視図

【図7】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の表面粗さと剥がれ発生率を示したグラフ

【図8】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の表面粗さに対する周波数とQ値の関係を示すグラフ

【図9】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる導電膜の膜圧と、Q値の関係を示すグラフ

【図10】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる導電膜の表面粗さに対する周波数とQ値の関係を示すグラフ

【図11】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子の保護材を設けた部分の側面図

【図12】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子の端子部の断面図

【図13】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子の製造方法を示す概略図

【図14】周波数 f とQ値の関係を示すグラフ

【図15】本発明の一実施の形態における無線端末装置を示す斜視図

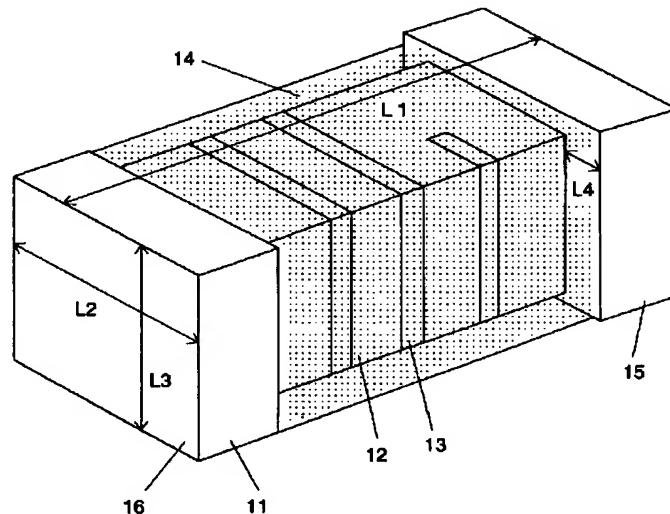
【図16】本発明の一実施の形態における無線端末装置を示すブロック図

【図17】従来のインダクタンス素子を示す側面図

【符号の説明】

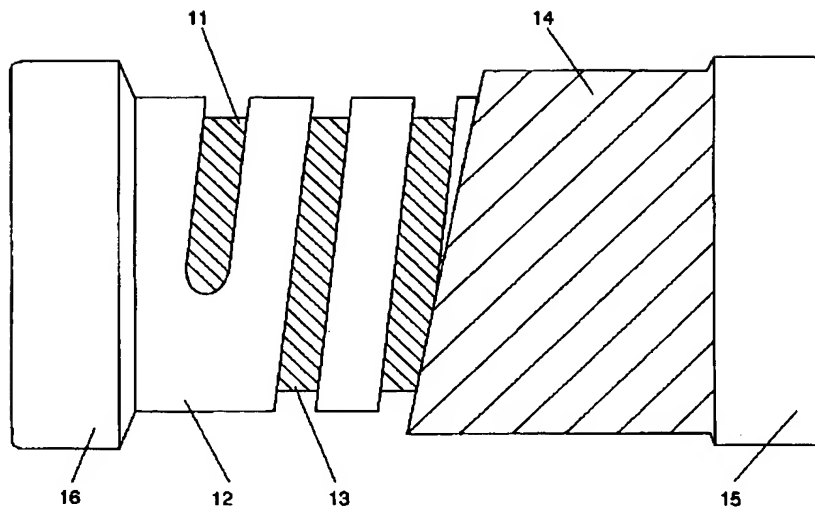
- 11 基台
- 11a 中央部
- 11b, 11c 端部
- 11d, 11e, 11f 角部
- 12 導電膜
- 13 溝
- 14 保護材
- 15, 16 端子部
- 30 スピーカー
- 31 操作部
- 32 表示部
- 33 アンテナ
- 34 送信部
- 35 受信部
- 36 制御部

【図1】

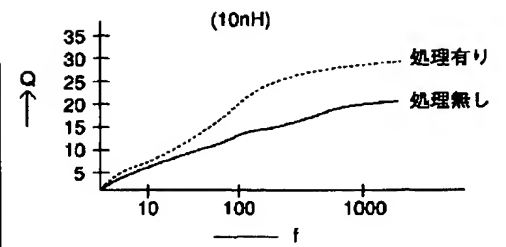


- 11 基台
- 12 導電膜
- 13 溝
- 14 保護材

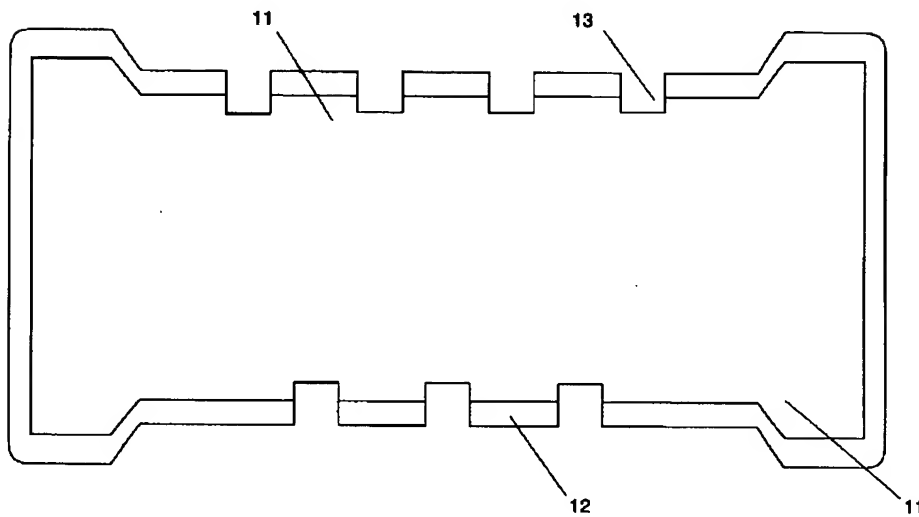
【図2】



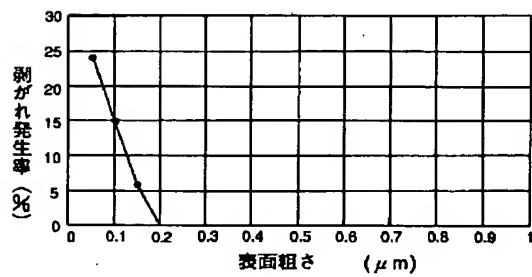
【図14】



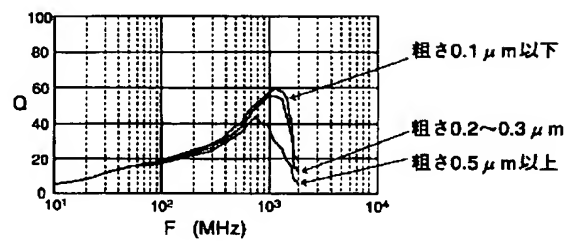
【図3】



【図7】

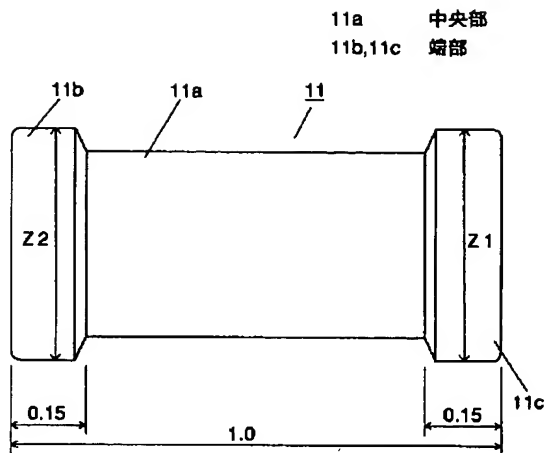


【図8】

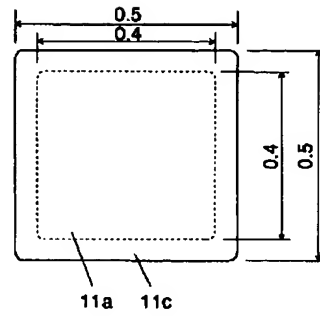


【図4】

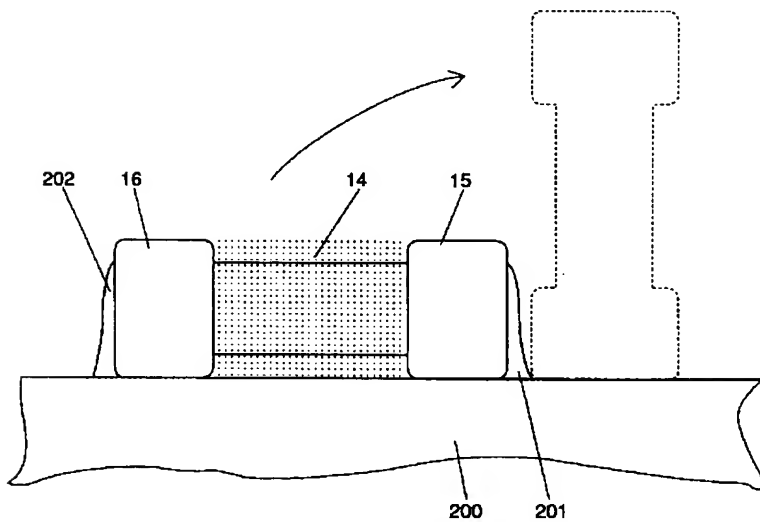
(a)



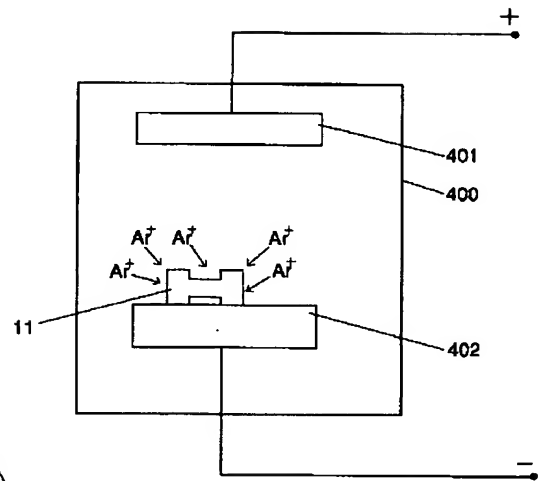
(b)



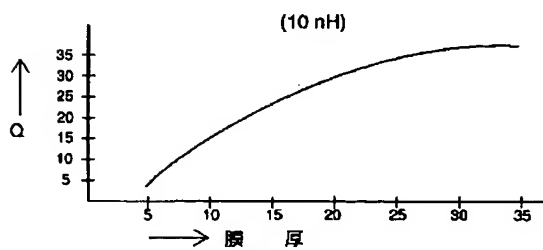
【図5】



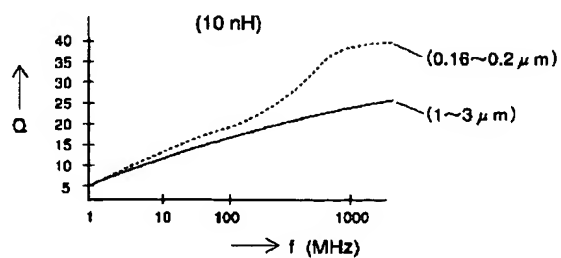
【図13】



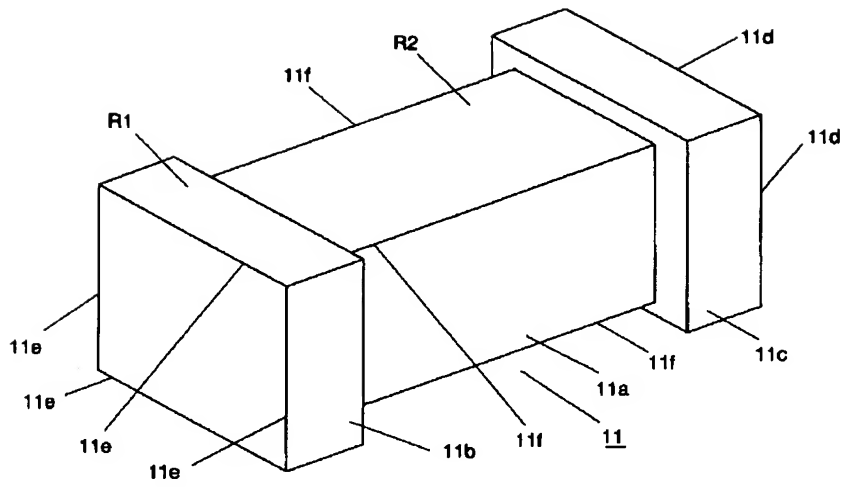
【図9】



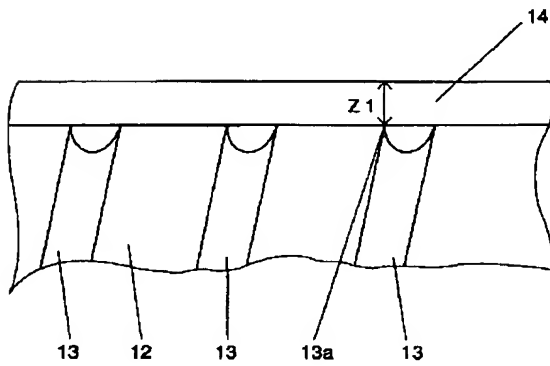
【図10】



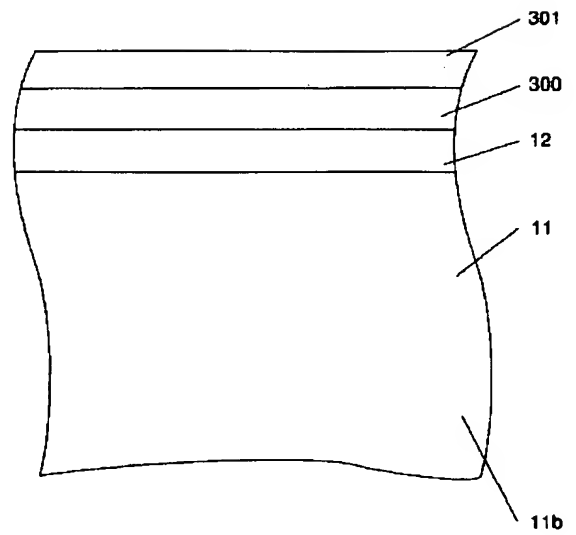
【図6】



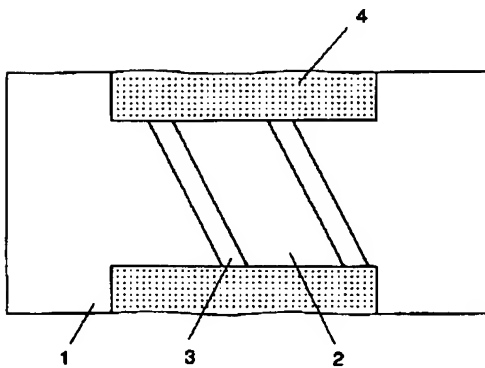
【図11】



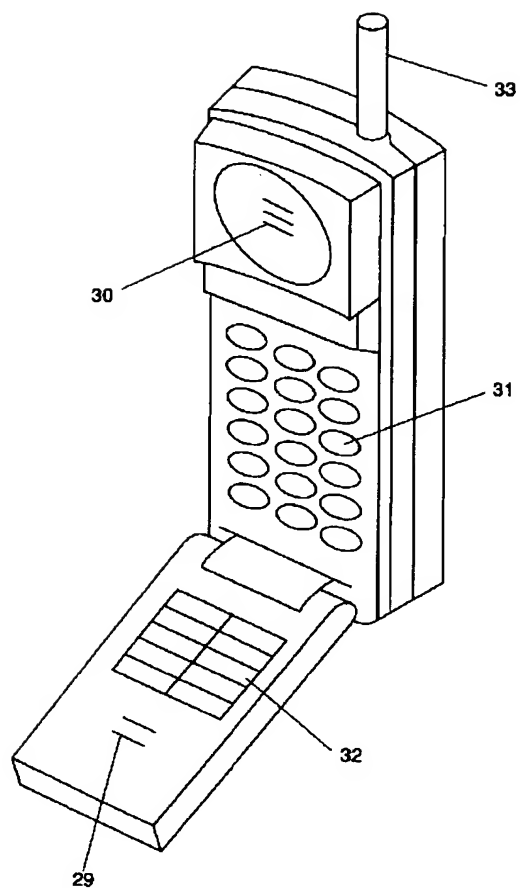
【図12】



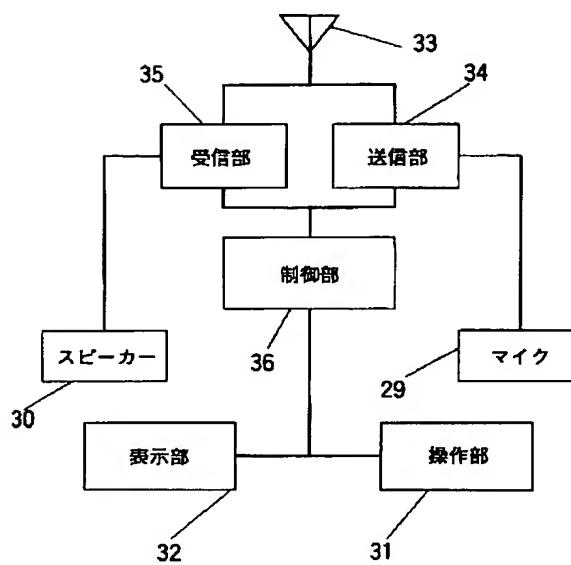
【図17】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 楯 純生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内